



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**  
①0 **DE 198 21 862 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**H 04 R 9/06**  
H 04 R 1/28  
H 04 R 17/00  
H 04 R 1/32

BI

DE 198 21 862 A 1

②1 Aktenzeichen: 198 21 862.1  
②2 Anmeldetag: 15. 5. 98  
④3 Offenlegungstag: 18. 11. 99

⑦1 Anmelder:  
Nokia (Deutschland) GmbH, 75175 Pforzheim, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Patentanwälte Westphal, Mussnug & Partner,  
78048 Villingen-Schwenningen

⑦2 Erfinder:  
Bachmann, Wolfgang, Dr., 41516 Grevenbroich, DE;  
Krump, Gerhard, Dr., 94374 Schwarzach, DE; Regl,  
Hans-Jürgen, 40477 Düsseldorf, DE

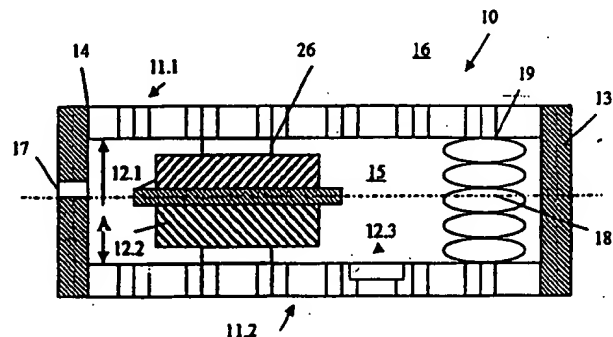
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 39 07 540 A1  
US 44 72 605  
US 44 56 848

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Schallwiedergabeanordnung

⑤7 Die Erfindung befaßt sich mit der Ausbildung von Plattenlautsprechern, welche nach dem Biegewellenprinzip arbeiten. Diese Lautsprecher werden allgemein von wenigstens einem Klangpaneel 11 und wenigstens einem Treiber 12 gebildet. Dabei ist der Treiber 12 mit dem Klangpaneel 11 verbunden. Sollen derartige Klangpaneele 11 zur Wiedergabe tieffrequenter Tonsignale eingesetzt werden, ist es erforderlich, die Klangpaneele 11 in entsprechend großen Schallwänden anzuordnen, um einen akustischen Kurzschluß zwischen Paneelvorder- und Paneelrückseite auszuschließen. Abgesehen davon, daß die Schallwände aufwendig sind, ist durch die Trennung der beiden Seiten des Klangpaneels 11 nur noch eine Seite zur Schallerzeugung aktiv. Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Plattenlautsprecher 10 anzugeben, welcher zum Ausschluß des akustischen Kurzschlusses keine zusätzlichen Schallwände benötigt, gleichwohl aber die Fläche des Klangpaneels 11 vollständig zur Schallerzeugung ausnutzt. Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zwei der Klangpaneele 11.1, 11.2 in gegenseitigem Abstand A zueinander angeordnet sind, daß Elemente 13 vorhanden sind, welche die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 verbinden, und daß die Treiber 12 an den Seiten der Klangpaneele 11.1, 11.2 angeordnet sind, die einander zugewandt sind. Da die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 im verbundenen Zustand in entgegengesetzte Richtungen schwingen, wird durch sie das Prinzip einer atmenden Kugel oder Wand nachgebildet.



DE 198 21 862 A 1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung befaßt sich mit der Ausbildung von Schallwiedergabeanordnungen, die nach dem Biegewellenprinzip arbeiten, insbesondere mit der verbesserter Ausnutzung der von solchen Anordnungen zur Schallerzeugung bereitgestellten Flächen.

## Stand der Technik

Gemäß dem Stand der Technik sind Schallwiedergabeanordnungen bekannt, die nach dem Biegewellenprinzip arbeiten. Derartige Anordnungen werden im wesentlichen von einem Klangpaneel und wenigstens einem Antriebssystem gebildet, wobei das Klangpaneel in Schwingungen versetzt wird, wenn dem oder den Antriebssystem(en) elektrische Tonfrequenzsignale zugeführt werden. Charakteristisch für solche Schallwiedergabeanordnungen ist, daß ab einer unteren Grenzfrequenz, der sogenannten kritischen Frequenz eine "Biegewellenabstrahlung" möglich wird, wobei die Biegewellen in der Ebene des jeweiligen Klangpaneels zu einer Schallabstrahlung mit frequenzabhängiger Richtung führen. Mit anderen Worten, ein Schnitt durch ein erstelltes Richtdiagramm zeigt eine Hauptkeule, deren Richtung frequenzabhängig ist. Diese Verhältnisse sind für unendlich ausgedehnte Platten und Absorberplatten vollständig gültig, während die Verhältnisse für die in dieser Anmeldung behandelten Multiresonanzplatten (auch Distributed Mode Loudspeaker genannt) wegen der starken Randreflexe dann deutlich komplexer sind. Diese Komplexität bei Multiresonanzplatten rührt daher, daß die genannte Hauptkeule mit frequenzabhängiger Richtung von einer Mehrzahl weiterer solcher Hauptkeulen überlagert wird, so daß ein stark aufgefächertes Richtdiagramm entsteht, welches außerdem sehr frequenzabhängig ist. Typisches Kennzeichen der hier behandelten Multiresonanzplatten ist, daß ihre Richtdiagramme im Mittel eher von der Mittelsenkrechten wegweisen. Dieses Verhalten bewirkt, daß der Raum stärker in die Projektion der Schallwellen einbezogen wird.

Das Klangpaneel ist nach dem Sandwich-Prinzip aufgebaut, indem zwei einander gegenüberliegende Oberflächen einer sehr leichten Kernschicht jeweils mit einer dünnen Deckschicht beispielsweise durch Verklebung verbunden sind. Damit das Klangpaneel gute Schallwiedergabeeigenschaften aufweist, muß das Material für die Deckschicht eine besonders hohe Dehnwellengeschwindigkeit haben.

Geeignete Deckschichtmaterialien sind beispielsweise dünne Metallfolien oder auch faserverstärkte Kunststoff-  
folien.

Auch an die Kernschicht werden besondere Anforderungen gestellt. So ist es notwendig, daß die einsetzbaren Materialien zunächst eine geringe Massendichte und eine geringe Dämpfung aufweisen. Außerdem müssen die Materialien für die Kernschicht einen möglichst hohen Schermodul senkrecht zu den Oberflächen haben, die mit den Deckschichten versehen werden. Schließlich ist es notwendig, daß die für Kernschichten verwendbaren Materialien in der Richtung, in welcher später die jeweils aus diesem Material gebildete Kernschicht ihre größte Ausdehnung hat, einem sehr geringen Elastizitätsmodul besitzen. Diese in bezug auf die beiden letzten Anforderungen auf den ersten Blick widersprüchlichen Voraussetzungen werden am ehesten von einer Kernschicht erfüllt, die eine Lochstruktur mit zwischen den beiden für die Beschichtung mit den Deckschichten vorgesehenen Oberflächen verlaufenden Durchbrüchen mit vorzugsweise geringem Querschnitt aufweist. Neben

den Kernschichten mit der Lochstruktur sind auch Hartschäume als Kernschichtmaterialien einsetzbar, weil diese trotz ihrer isotropen Materialeigenschaften immer noch geeignete Scher- und Elastizitätsmodule aufweisen. Nicht unerwähnt soll in diesem Zusammenhang bleiben, daß bei der Verwendung von Hartschäumen als Material für die Kernschicht die Deckschichten die Aufgabe haben, das geforderte anisotrope Verhalten des Klangpaneels herzustellen.

Der Antrieb der Klangpaneele erfolgt mittels Treibern, die – wie in DE-A-197 57 097 gezeigt – entweder an das jeweilige Klangpaneel angesetzt oder in diesem integriert werden.

Sollen mit den vorbezeichneten Klangpaneelen vor allem tieffrequente Tonsignale wiedergegeben werden, so hat sich gezeigt, daß zur Verringerung des akustischen Kurzschlusses besondere Maßnahmen ergriffen werden müssen. Im einfachsten Fall kann dies mittels einer ausreichend großen Schallwand realisiert werden, in die das Klangpaneel eingebaut wird. Abgesehen davon, daß die Schallwand einen zusätzlichen Kostenfaktor darstellt, wird durch diese Maßnahme auch die potentiell zur Schallabstrahlung zur Verfügung stehende Fläche des Klangpaneels reduziert.

Daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Klangpaneel anzugeben, welches bei gleichem Platzbedarf den akustischen Kurzschluß reduziert bzw. ausschließt und gleichzeitig die zur Schallabstrahlung zur Verfügung stehende Fläche des Klangpaneels zur Schallpegelerhöhung bzw. Erweiterung des Frequenzbereichs ausnutzt.

## Darstellung der Erfindung

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind den abhängigen Ansprüchen entnehmbar.

Werden zwei Klangpaneele in gegenseitigem Abstand A zueinander angeordnet und von einem Rahmen umgeben, wird zwischen den beiden Klangpaneelen und dem Rahmen ein Raum gebildet, welcher die in diesen Raum abgestrahlten Schallwellen von den Schallwellen separiert, die von den beiden einander abgewandten Oberflächen der Klangpaneele abgegeben werden. Werden die Treiber, welche die beiden in gegenseitigem Abstand A angeordneten Klangpaneele antreiben elektrisch parallel angesteuert, wird ein Monopolstrahler geschaffen, welcher durch die entgegengesetzt schwingenden Klangpaneele nach dem Prinzip einer atmen-  
den Kugel bzw. Wand für eine besonders gute Beschallung des Abhörraums sorgt.

Soll auch die ins Innere des aus den Klangpaneelen und dem Rahmen gebildeten Raumes abgestrahlte Schallenergie zur Beschallung des Abhörraumes genutzt werden, sind gemäß Anspruch 6 die Klangpaneele und/oder der Rahmen mit Schallaustrittsöffnungen auszustatten. In diesem Fall kann der zwischen den Klangpaneelen und dem Rahmen gebildete Raum als Baßreflexvolumen und die jeweilige Schallaustrittsöffnung als Baßreflexöffnung gestaltet werden. Ebenso ist es möglich, an die Schallaustrittsöffnung eine Transmissionslinie anzuschließen.

Schon an dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß die erfindungsgemäße Anordnung nicht nur auf die reine Baßwiedergabe fixiert ist. Vielmehr ist auch eine kombinierte Anordnung realisierbar, bei welcher ein Klangpaneel zusammen mit dem oben schon mehrfach angesprochenen Raum hauptsächlich zur Verwendung für die Baßwiedergabe ausgelegt wird, während das andere Klangpaneel dann für die Wiedergabe beispielsweise des Mittel-/Hochtonbereichs optimiert wird. Letzteres schließt gemäß Anspruch 8 ein, daß die beiden Klangpaneele nach Material und/oder Abmessungen für ihre jeweiligen Übertragungsbereiche optimiert

ausgebildet sind und sich daher beispielsweise auch ihrer Dicke, dem Kernschichtmaterial und/oder den verwendeten Deckschichten unterscheiden können. Daß das Klangpaneel, welches zur Baßwiedergabe bestimmt ist, im Gegensatz zum anderen Klangpaneel nicht der Abhörperson direkt zugewandt ist, ist ohne Bedeutung, weil das menschliche Gehör für Frequenzen kleiner 100 Hz nur eine schlechte Ortung besitzt.

Sind die Treiber gemäß Anspruch 2 angeordnet, wirkt der eine Treiber, welcher das eine Klangpaneel antreibt, gleichzeitig als Gegenlager für den das andere Klangpaneel antreibenden Treiber. Eine solche Ausbildung ist deshalb insbesondere dann vorteilhaft, wenn die verbundenen Treiber, welche die verschiedenen Klangpaneele antreiben, elektrisch parallel betrieben werden und somit gegenläufig schwingen.

Der Aufwand ist weiter reduziert, wenn gemäß Anspruch 3 die verbundenen Treiber als gemeinsamer Treiber ausgebildet sind. Hierunter sind Anordnungen zu verstehen, deren gemeinsame Bauteile und Magnetkreisläufe zum Antrieb beider in gegenseitigem Abstand A angeordneten Klangpaneele beitragen.

Sind im Abstand A zwischen den beiden Klangpaneelen noch federnde Elemente angeordnet, wird durch die gegenseitige Stützung eine weitere Stabilisierung der beiden Klangpaneele erreicht. Außerdem können die Federn durch ihren Dämpfungseinfluß auch zur Abstimmung der Klangpaneele eingesetzt sein.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Treiber nicht an den Klangpaneelen, sondern an den Elementen (Rahmen und/oder Federn) befestigt sind. Durch diese Art der Lagerung der Treiber wird sichergestellt, daß die Biegewellenausbreitung in den Klangpaneelen durch Massenbelastung nicht oder nur gering beeinträchtigt wird bzw. von den Treibern keine Dämpfungseinflüsse hervorgerufen werden.

#### Kurze Darstellung der Figuren

Es zeigen:

Fig. 1 eine Schallwiedergabeordnung im Seitenschnitt;  
Fig. 2 einen Schnitt durch einen Treiber einer Schallwiedergabeordnung;

Fig. 3 eine weitere Darstellung einer Anordnung gemäß Fig. 2;

Fig. 4 eine weitere Darstellung einer Anordnung gemäß Fig. 2;

Fig. 5 eine weitere Darstellung einer Anordnung gemäß Fig. 2; und

Fig. 6 noch eine weitere Darstellung einer Anordnung gemäß Fig. 2.

#### Wege zum Ausführen der Erfindung

Die Erfindung soll nun anhand der Figuren näher erläutert werden.

Der in Fig. 1 gezeigte Seitenschnitt zeigt eine Schallwiedergabeordnung 10, welche im wesentlichen von einem vorderen Klangpaneel 11.1, einem hinteren Klangpaneel 11.2, drei Treibern 12 und einem Rahmen 13 gebildet wird.

Die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2, welche in gegenseitigem Abstand A zueinander angeordnet sind, sind an ihren Rändern 14 mit dem Rahmen 13 verbunden. Auch wenn die Verbindung zwischen Rahmen 13 und den Klangpaneelen 11.1, 11.2 als starre Verbindung ausgebildet, kann in einem anderen - nicht dargestellten - Ausführungsbeispiel zwischen dem Rahmen 13 und den Klangpaneelen 11.1, 11.2 eine Sicke - wie sie z. B. in einer unter dem Anmeldetag dieser Anmeldung für die Anmelderin hinterlegten Anmel-

dung gezeigt ist - angeordnet sein. Im Raum 15, welcher von den beiden Klangpaneelen 11.1, 11.2 und dem Rahmen 13 umschlossen ist, sind zwei der drei Treiber 12 Rücken an Rücken eingesetzt. Diese beiden völlig identischen Treiber 12.1, 12.2, welche nur schematisch gezeigt sind, sind in diesem Ausführungsbeispiel als Ferritsysteme ausgebildet und über die Schwingspulenträger 26 mit den jeweiligen Klangpaneelen 11.1, 11.2 verbunden. Werden die Schwingspulen der beiden Treiber 12.1, 12.2 mit einer Tonsignalquelle leitend verbunden (alles nicht gezeigt), werden beide Klangpaneele 11.1, 11.2 in einander entgegengesetzte Richtungen verformt. Diese Verformung der beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 bewirkt, daß die Schallwiedergabeordnung 10 wie eine atmende Kugel bzw. Wand wirkt.

Nur der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß die in Fig. 1 gezeigte Schallwiedergabeordnung 10 als Baßwiedergabeordnung ausgelegt ist. Ein akustischer Kurzschluß zwischen den direkt an den Abhörraum 16 angekoppelten Oberflächen der beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 ist ausgeschlossen, weil sich unter Einfluß der Tonsignale die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 bezogen auf die gezeigte Mittellinie in entgegengesetzte Richtungen bewegen und die in den Raum 15 abgestrahlte Schallenergie durch die Klangpaneele 11.1, 11.2 und den Rahmen 13 von Abhörraum 16 separiert ist. Soll die ins Innere des Raumes 15 abgestrahlte Schallenergie zur Beschallung des Abhör- raumes 16 mit eingesetzt werden, kann das Volumen des Raumes 15 als sogenanntes Baßreflexvolumen benutzt werden, indem das Innere des Raum 15 mittels zumindest einer Schallaustrittsöffnung 17 mit dem Abhörraum 16 verbunden wird. Auch wenn im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 die Schallaustrittsöffnung 17 im Rahmen 13 ausgebildet ist, kann in einem anderen - nicht dargestellten - Ausführungsbeispiel die Schallaustrittsöffnung 17 auch in einem Klangpaneel 11 eingelassen sein.

Außerdem ist im Inneren des Raumes 15 ein federndes Element 18 eingesetzt, welche die beiden in gegenseitigem Abstand A angeordneten Klangpaneele 11.1, 11.2 an den Verbindungsstellen 19 zusätzlich gegeneinander abstützt. Neben dieser Abstützwirkung kann das federnde Element 18 auch eine gewisse Filterwirkung auf die von den Klangpaneelen 11.1, 11.2 abstrahlenden Schallwellen ausüben.

Mit 12.3 ist ein Treiber bezeichnet, welcher im Klangpaneel 11.2 eingelassen ist und welcher als Piezo-Treiber ausgebildet ist. Dieser Treiber 12.3 kann beispielsweise zur Abstrahlung hochfrequenter Tonsignale von dem Klangpaneel 11.2 eingesetzt sein. Da im Gegensatz zu tieffrequenten Schallwellen höherfrequente Schallwellen eine Richtcharakteristik aufweisen, sollte das den Treiber 12.3 aufweisende Klangpaneel 11.2 der Schallwiedergabeordnung 10 der Abhörperson im Abhörraum 16 direkt zugewandt sein.

In Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ist eine Schallwiedergabeordnung 10 detaillierter dargestellt. So ist Fig. 2 entnehmbar, daß die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 jeweils aus einer Kernschicht 20 mit Wabenstruktur und zwei Deckschichten 21 gebildet sind. Außerdem sind die Treiber 12.1, 12.2, welche gemäß Fig. 1 die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 antreiben, im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 als gemeinsamer Treiber 12.4 ausgebildet. Im Einzelnen ist dies so realisiert, daß ein kreisringförmiger Dauermagnet 22 vorhanden ist, dessen jeweilige Polflächen N, S mit einer Polscheibe 23 in Kreisringform versehen sind. Außerdem umrandet die aus dem Dauermagnet 22 und den Polscheiben 23 gebildete Einheit mit seitlichem Abstand einen Polkern 24. Da der gemeinsame Treiber 12.4 mittig im Abstand A zwischen den beiden Klangpaneelen 11.1, 11.2 angeordnet ist, sind vorliegenden Ausführungsbeispiel zwei kreisringförmige Halteglieder 25 aus nicht ferromagnetischem Material

vorhanden. Dabei verbindet das eine Halteglied 25.1 den Dauermagneten 22 mit dem Polkern 24, während das andere Halteglied 25.2 von Dauermagneten 22 zu den mit seitlichem Abstand zum gemeinsamen Treiber 12.4 angeordneten federnden Elementen 18 geführt und mit dieser verbunden ist. Dieses Halteglied 25.2 kann auch in einem anderen – nicht dargestellten – Ausführungsbeispiel mit anderen Treibern 12 und/oder auch mit dem Rand 13 (Fig. 1) verbunden sein. Nur der Vollständigkeit halber sei daraufhin hingewiesen, daß die Halteglieder 25.1, 25.2 aus einem federnden Material hergestellt sein können und durch ihre parallele Lage zu den Klangpaneelen 11.1, 11.2 wie eine Blatfeder wirken.

Ferner sind zwei topfförmige Schwingspulenträger 26 vorhanden und jeweils mit einer der beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 verbunden. Die Ränder der beiden Schwingspulenträger 26 sind jeweils mit einer Schwingspule 27 versehen und tauchen in den Spalt zwischen dem Polkern 24 und der Einheit aus Dauermagnet 22 und Polscheiben 23 ein.

Soll die Schallwiedergabeanordnung 10 gemäß Fig. 2 ebenso wie die Anordnung gemäß Fig. 1 als Baßanordnung verwendet werden und sollen sich entsprechend der obigen Ausführungen die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 unter Einfluß der Töne jeweils in entgegengesetzte Richtungen bewegen, ist es notwendig, daß die Stromlaufrichtung in den beiden Schwingspulen 27 unterschiedlich ist.

Nur der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß zur Bereitstellung einer ausreichend großen Induktion im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 ein Dauermagnet 22 aus einer Seltenerdlegierung in der Form einer Neodymlegierung verwendet wurde. Zur weiteren Steigerung der Induktion können gemäß fachmannischer Weiterbildungen der Anordnung gemäß Fig. 2 weitere Dauermagnete mit dem gemeinsamen Treiber 12.4 verbunden sein, indem beispielsweise der Teil 24.1 des Polkerns 24 aus einem dauermagnetischen Material gebildet wird.

Weist wie im gemäß Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel die Schallwiedergabeanordnung 10 keine Schallaustrittsöffnung 17 auf, die den Raum 15 mit dem Abhorräum 16 verbindet, sollte der Raum 15 zumindest teilweise mit einem schallabsorbierenden Material gefüllt sein (nicht dargestellt).

Schließlich sei noch erwähnt, daß der Polkern 24 im in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel nicht notwendig über das Halteglied 25.1 mit dem Dauermagnet 22 verbunden sein muß, sondern in einem anderen Ausführungsbeispiel auch mit den Klangpaneelen 11.1, 11.2 verbunden sein kann. Zur Vermeidung von Dämpfungen sollte dann die Verbindung von Polkern 24 und den Klangpaneelen 11.1, 11.2 elastisch ausgebildet sein.

In Fig. 3 ist ein gemeinsamer Treiber 12.4 gezeigt, welcher gegenüber dem Treiber 12.4 gemäß Fig. 2 modifiziert ist. Auch dieser Treiber 12.4 (Fig. 3) umfaßt eine kreisringförmig ausgebildeten Dauermagneten 22 und zwei mit Schwingspulen 27 versehene Schwingspulenträger 26. Im Gegensatz zur Ausbildung gemäß Fig. 2 kann bei der Ausbildung gemäß Fig. 3 aber vollständig auf sogenannte Rückschlußteile in der Form von Polscheiben und Polkern verzichtet werden. Statt dessen erfolgt bei der Anordnung gemäß Fig. 3 der Rückschluß ausschließlich über die Luftstrecke zwischen den beiden Polen N, S des radial magnetisierten Dauermagneten 22. Im einzelnen ist dies so gelöst, daß der Dauermagnet 22 über ein Halteglied 25.3 mit dem Klangpaneel 11.2 verbunden ist. Die Schwingspule 27, welche über den Schwingspulenträger 26 mit dem Klangpaneel 11.2 verbunden ist, ist im Ruhestand der Schallwiedergabeanordnung 10 dem Südpol S des radial magnetisierten Dauermagneten 22 mit engem seitlichen Abstand nebengeordnet,

während die andere Schwingspule 27' dem anderen Pol N des Dauermagneten 22 ebenfalls mit seitlichem Abstand angeordnet ist. Mit Rücksicht auf die verschiedenen Durchmesser der beiden Schwingspulen 27, 27' und der sich dadurch ergebenden Verhältnisse kann die in Fig. 3 gezeigte Schallwiedergabeanordnung 10 zur gezielten Betonung unterschiedlicher Frequenzbereiche von den beiden Klangpaneelen 11.1, 11.2 verwendet werden. Wird die Schallwiedergabeanordnung 10 gemäß Fig. 3 mit in beiden Klangpaneelen 11.1, 11.2 unterschiedlich betonten Frequenzbereichen eingesetzt, sollten die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 für die jeweiligen Frequenzbereiche bezüglich der Deckschichten 21 bzw. Kernschichten 20 optimiert ausgebildet sein.

Im Gegensatz zum Treiber 12.4 gemäß Fig. 3 weist der Treiber 12.4 gemäß Fig. 4 Polscheiben 23 auf, obwohl auch dort der Rückschluß zwischen den beiden Polen N, S des Dauermagneten 22 auch über die Luftstrecke erfolgt. Daher haben die mit den Polflächen N, S des axial magnetisierten Dauermagneten 22 verbundenen Polscheiben keine direkte Rückschlußwirkung, sondern tragen lediglich zu einer Konzentrationswirkung der vom Dauermagneten 22 bereitgestellten Feldlinien auf die Schwingspulen 27 und 27' bei. Im Gegensatz zu allen bisher erläuterten Ausführungsbeispielen wird bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 auf die Bereitstellung eines separaten Schwingspulenträgers verzichtet. Statt dessen sind die Schwingspulen 27, 27' mit den Rändern 28 von Ausfräsungen 29 verbunden, die in jedes der beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 eingelassen sind. Der aus dem Dauermagneten 22 und den beiden Polscheiben 23 gebildete Treiber 12.4 ist im Abstand A unter Nutzung der Ausfräsungen 29 eingesetzt. Die direkte Verbindung zwischen den Polscheiben 23 und den Klangpaneelen 11.1, 11.2 erfolgt unter Zwischenordnung eines Halteglieds 25.4. Für diese Halteglieder 25.4, welche in einem anderen – nicht dargestellten – Ausführungsbeispiel auch von dem jeweiligen Klangpaneel 11.1 oder 11.2 selbst durch eine entsprechende Ausfräsung 29 bereitgestellt werden können, ist wesentlich, daß sie einen möglichst großen seitlichen Abstand A" zwischen den Schwingspulen 27, 27' und den jeweiligen Verbindungsstellen der Klangpaneele 11.1, 11.2 mit den Treibern 12 haben, um eine besonders gute Krafteinprägung in die Klangpaneele 11.1, 11.2 zu erreichen.

Aus diesem Grunde in Fig. 3 auch zwischen dem Schwingspulenträger 26, welcher mit dem Klangpaneel 11.2 verbunden ist, und dem Klangpaneel 11.2 ein zusätzliches Halteglied (nicht dargestellt), welches gegenüber dem benannten Schwingspulenträger 26 einen verminderten Durchmesser aufweist.

Zur Verringerung des magnetischen Widerstandes und zur Erhöhung der Antriebskraft wird in Fig. 6 ein gegenüber Fig. 4 modifizierter Treiber 12.4 gezeigt. Dieser Treiber 12.4 wird im wesentlichen von drei axial magnetisierten Dauermagnetscheiben 22.1 bis 22.3, zwei Polscheiben und einem Rückschlußrohr 30 gebildet. Die beiden Polflächen N, S des Dauermagneten 22.2 sind mit den beiden Polscheiben 23 verbunden. Außerdem ist an jeder Seite einer jeden Polscheibe 23, die nicht mit dem Dauermagneten 22.2 verbunden ist, ein weiterer Dauermagnet 22.1, 22.3 so angeordnet und verbunden, daß an jeder Seite der beiden Polscheiben 23, die mit den Dauermagneten 22.2, 22.1 bzw. 22.3, 22.1 verbunden sind, gleiche Pole N bzw. S wirken. Auch Fig. 6 ist entnehmbar, daß die Dauermagnete 22.2 und 22.3, welche direkt mit den Böden 31 der Ausfräsungen in den Klangpaneelen 11.1, 11.2 verbunden sind, gegenüber den Polscheiben 23 einen verminderten Durchmesser haben. Soll die Einprägung von Biegewellen in die Klangpaneele 11.1, 11.2 weiter verbessert werden, kann in einem anderen – nicht gezeigten – Ausführungsbeispiel zwischen jeweiligen

Boden 31 und Dauermagnet 22.1, 22.2 auch noch wie in Fig. 4 gezeigt ein Halteglied (25.4) mit gegenüber den Dauermagneten 22.1 und 22.3 vermindertem Durchmesser angeordnet werden.

Um den magnetischen Widerstand des Rückschlußweges zu reduzieren, ist die Anordnung aus den Polscheiben 23 und den Dauermagneten 22.1 bis 22.3 in ein Rückschlußrohr 30 eingesetzt, welches die Anordnung mit seitlichem Abstand umgibt. In diesen Ringspalt tauchen auch die beiden mit den Schwingspulen 27', 27" versehen und auf die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 wirkenden Schwingspulenträger 26 ein. Das Rückschlußrohr 30 ist mit den Rändern 28 der Ausfräsung 29 in den Klangpaneelen 11.1, 11.2 verbunden. Zusätzlich ist zwischen dem Boden 31 und den Stirnflächen 32 des Rückschlußrohres 30 ein durch die Punktierung angedeutetes Dämpfungselement 33 eingefügt, welches die sonst vom Rückschlußrohr 30 ausgehende Dämpfung reduziert. Nur der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, daß die Verwendung des Rückschlußrohres 30 nicht auf Treiberausbildungen gemäß Fig. 6 beschränkt ist, sondern bei entsprechender Modifizierung auch bei einer Anordnung gemäß Fig. 4 eingesetzt werden kann.

Soll auf eine - in Fig. 6 gezeigte - direkte Verbindung zwischen dem gemeinsamen Treiber 12.4 und dem Rückschlußrohr 30 mit den Klangpaneelen 11.1, 11.2 verzichtet werden, kann auch alternativ eine Befestigung wie sie im Zusammenhang mit Fig. 2 erläutert wurde über federnde Elemente 18 und entsprechende Halteglieder 25 realisiert werden.

Fig. 5 zwei in gegenseitigem Abstand A angeordnete Klangpaneele 11.1, 11.2, welche jeweils einen Treiber 12.1, 12.2 und einen Schwingspulenträger 26 mit darauf angeordneter Schwingspule 27', 27" aufweisen. Die gegenseitige Anordnung von Treiber 12.1, 12.2 und Schwingspulenträger 26 bzw. Schwingspule 27', 27" ist so gewählt, daß die mit dem Klangpaneel 11.1 in körperlicher Verbindung stehende Schwingspule 27" in den mit dem Klangpaneel 11.2 verbundenen und topfförmig ausgebildeten Treiber 12.2 und die Schwingspule 27' in den Treiber 12.1 am Klangpaneel 11.1 eingreifen. Die in Fig. 5 nicht vorhandene gegenseitige Abstützung der beiden Treiber 12.1, 12.2 wird dadurch kompensiert, daß die Treiber 12.1, 12.2 oder besser deren Dauermagnete 22 als seismische Massen ein ausreichendes Gegenlager zur Verfügung stellen.

#### Patentansprüche

1. Schallwiedergabeordnung mit wenigstens einem Klangpaneel 11.1, 11.2, welches von einer Kernschicht 20 und wenigstens einer Deckschicht 21 gebildet ist, und mit wenigstens einem Treiber 12, welcher an das Klangpaneel 11 angesetzt oder in diesem integriert ist, dadurch gekennzeichnet, daß zwei der Klangpaneele 11.1, 11.2 in gegenseitigem Abstand A zueinander angeordnet sind, daß Elemente 13 vorhanden sind, welche die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 verbinden, und daß die Treiber 12 an den Seiten der Klangpaneele 11.1, 11.2 angeordnet sind, die einander zugewandt sind.
2. Schallwiedergabeordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Treiber 12.1 eines Klangpaneels 11.1 mit einem Treiber 12.2 des anderen Klangpaneels 11.2 verbunden ist.
3. Schallwiedergabeordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die verbundenen Treiber 12.1, 12.2 beider Klangpaneele 11.1, 11.2 als gemein-

samer Treiber 12.4 ausgebildet sind.

4. Schallwiedergabeordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Element 13, welches die beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 verbindet, ein Rahmen 13 ist, der mit den Rändern 14 der Klangpaneele 11.1, 11.2 verbunden ist.

5. Schallwiedergabeordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß federnde Elemente 18 vorhanden sind und daß diese federnden Elemente 18 zwischen zwei einander zugewandten Seiten der in gegenseitigem Abstand A angeordneten Klangpaneele 11.1, 11.2 angeordnet sind.

6. Schallwiedergabeordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eines der Klangpaneele 11.1, 11.2 und/oder das Element 13 wenigstens eine Schallaustrittslösung 17 aufweist.

7. Schallwiedergabeordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Treiber 12 mit den Elementen 13, 18 verbunden sind.

8. Schallwiedergabeordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Deckschichten 21 und/oder Kernschichten 20 der beiden Klangpaneele 11.1, 11.2 nach Material und/oder Abmessungen voneinander verschieden sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

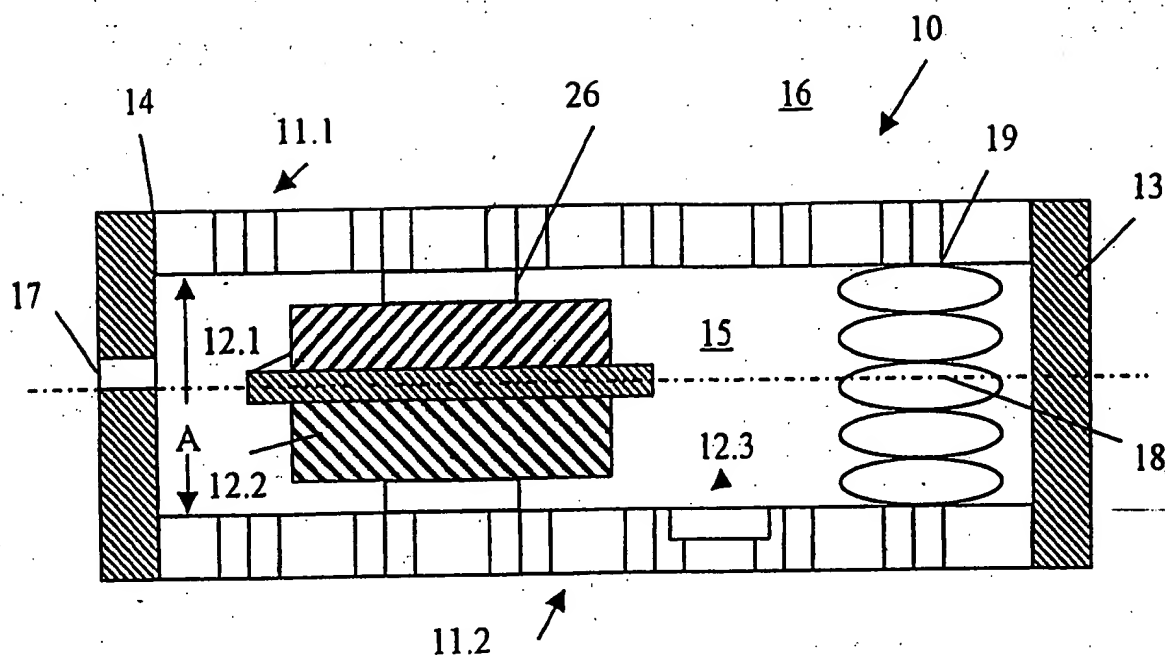


Fig. 1

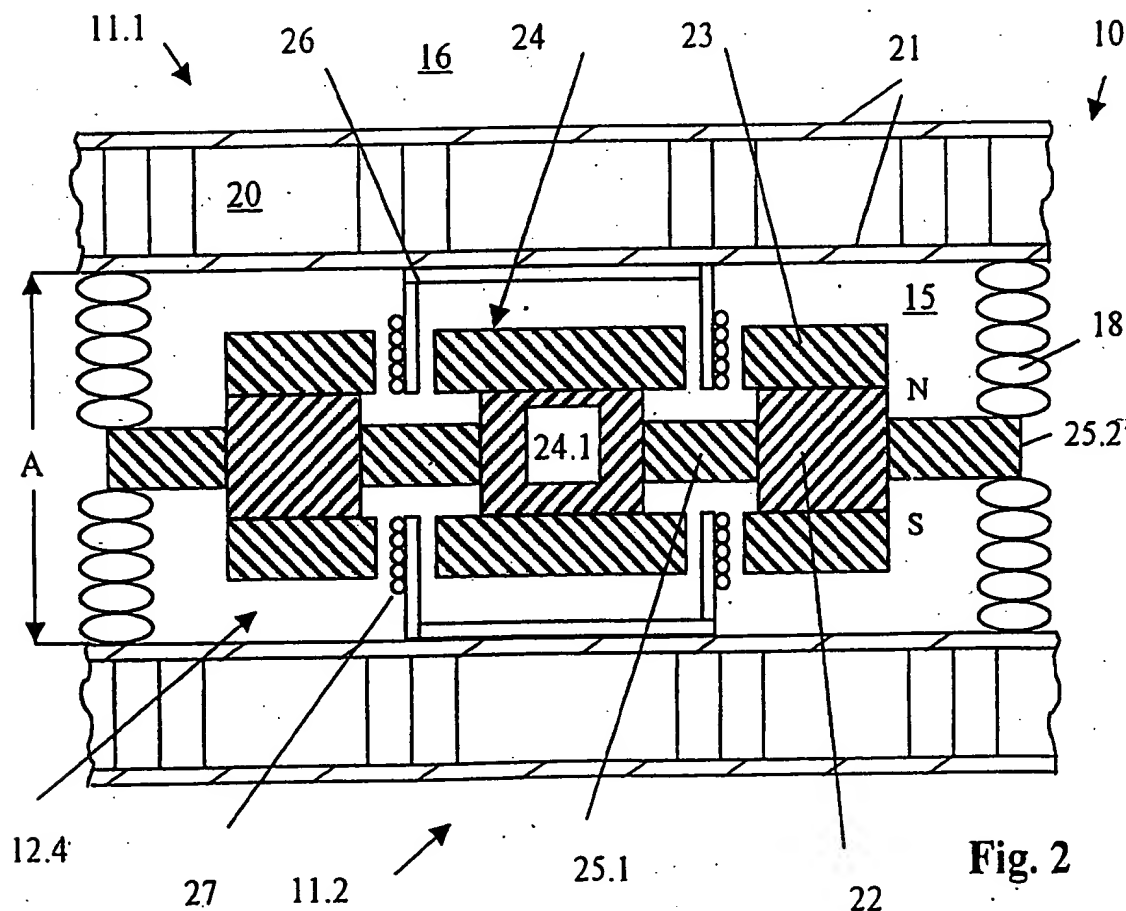


Fig. 2

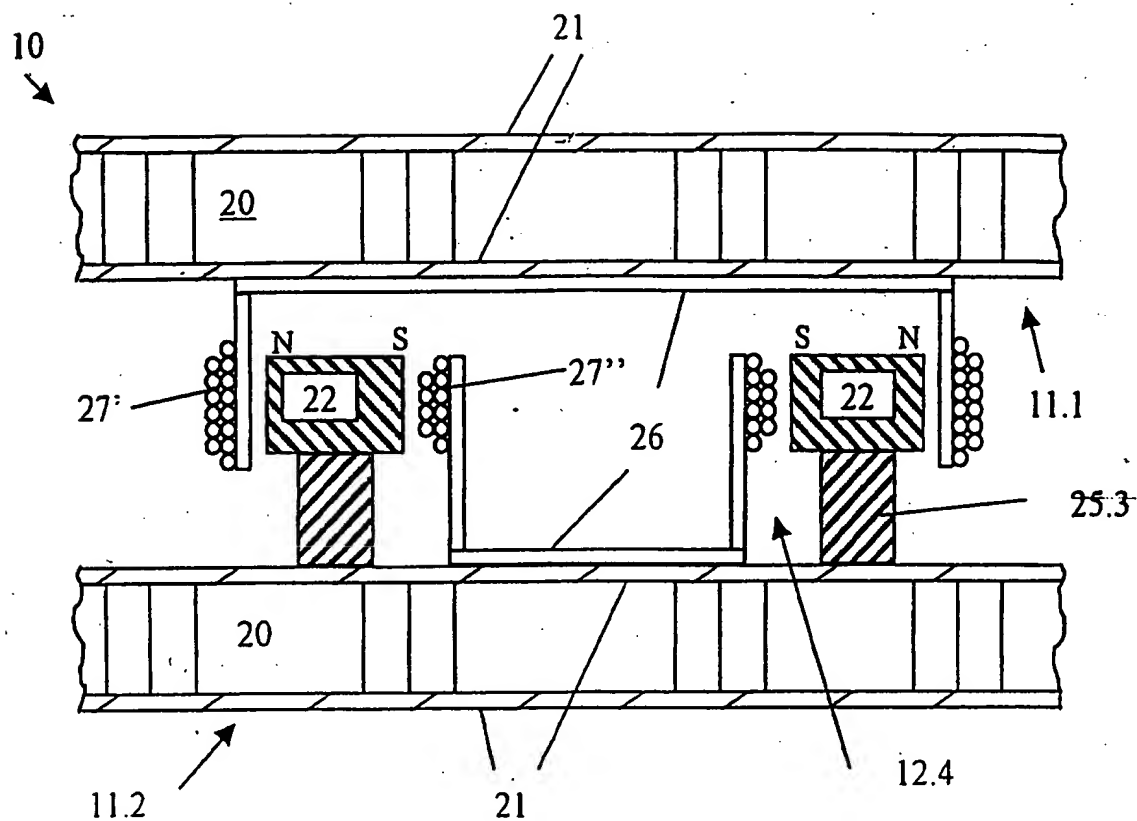


Fig. 3

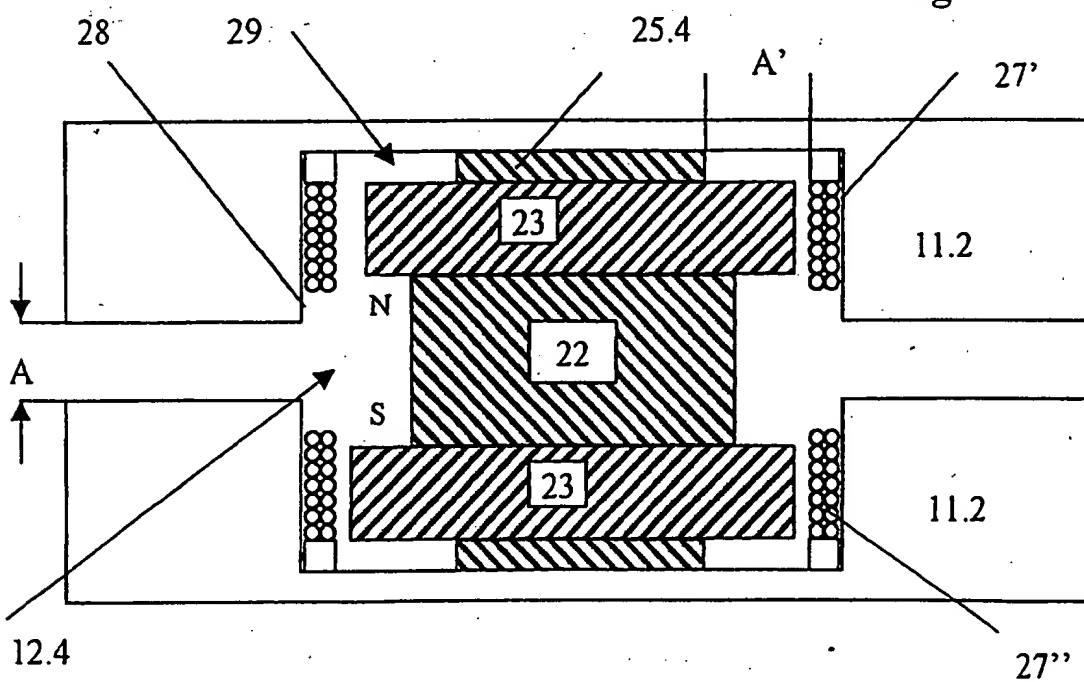


Fig. 4

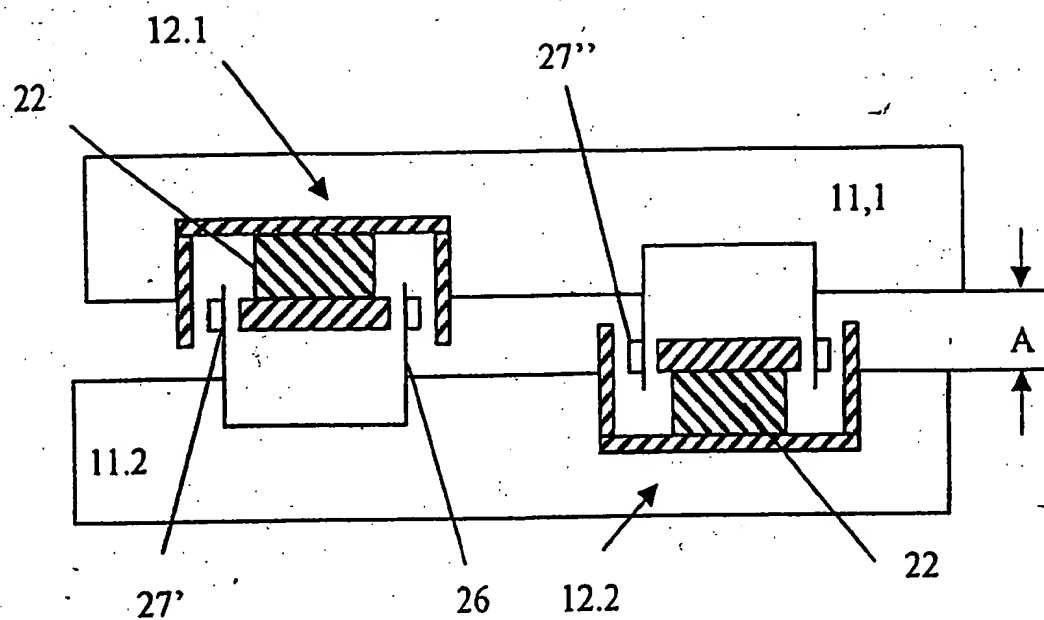


Fig. 5

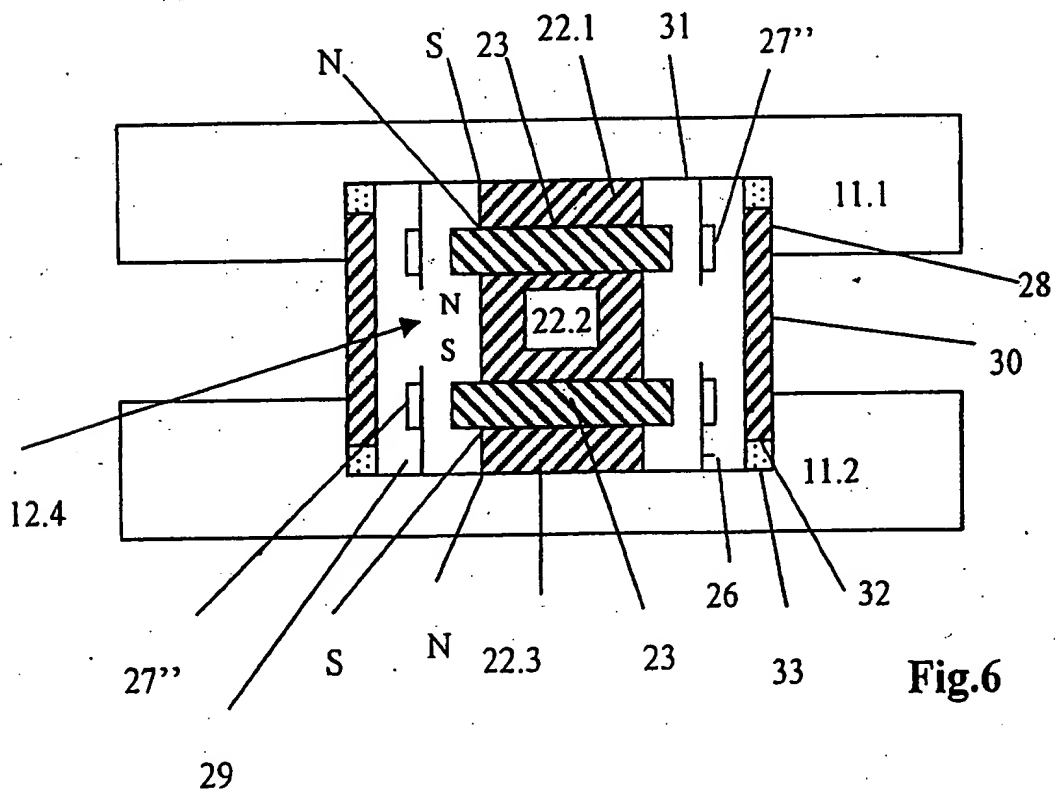


Fig. 6



## Sound reproduction device operating according to the bending wave principle

### Field of the invention

The invention relates to the formation of sound reproduction devices that operate according to the bending wave principle, and more particularly to devices that  
5 better utilize the surfaces provided for sound generation.

### Background of the invention

Sound reproduction devices that operate according to the bending wave principle are known in the art. Such devices are formed essentially of a sound panel and at least one drive system, wherein oscillations are induced in the sound panel  
10 when electrical audio frequency signals are supplied to the drive system(s). According to one feature of this type of sound reproduction device, a "bending wave radiation" is enabled above a lower limit frequency, also called critical frequency, wherein the bending waves in the plane of the respective sound panel cause the sound to be radiated in a direction that is frequency-dependent. In  
15 other words, a cross-section through a directional diagram shows a main lobe with a frequency-dependent direction. These conditions are valid for panels and absorbing panels with an infinite surface area. However, the conditions applying to multi-resonance panels (also refer to as distributed mode loudspeaker) which are the subject matter of the present application, are significantly more complex  
20 due to severe boundary reflexes. The increased complexity of multi-resonance plates is caused by a plurality of additional main lobes which are superimposed on the so-called main lobe which has a frequency-dependent direction, thereby producing a strongly fanned-out directional diagram which also has a strong frequency-dependence. Typically, the directional diagrams of the multi-  
25 resonance plates to be described here are on average oriented away from the surface normal. This characteristic has the effect that the space plays a much more important role in the projection of the sound waves.

The sound panel is constructed according to a sandwich principle, in that two

opposing surfaces of a very light for layer are connected with a thin cover layer, for example through an adhesive bond. For enhancing the sound reproduction characteristic of the sound panel, the material used for the cover layer should have a particularly high dilatational wave velocity.

- 5 Suitable materials for the cover layers are, for example, thin metal foils or fiber-reinforced plastic foils.

The core layer also has to meet certain requirements. The materials used for the core layer should have a small mass density and a small damping. In addition, the materials for the cover layer should have a sufficiently high shear modulus  
10 perpendicular to the surfaces to which the cover layers are applied. The materials used for the core layers should also have a small elasticity module in the direction in which the core layer formed from this material has its largest expansion. The two latter requirements which initially appear to be contradictory, are most likely satisfied by a core layer that has a hole structure with openings  
15 between the two surfaces to which the cover layers are applied. The openings should preferably have a small cross-section. Instead of core layers with the hole structure, rigid expanded foam can also be used as a material for the core layers, since such foams have a suitable shear and elasticity module in spite of their isotropic material properties. It should also be noted that if the core layer is  
20 made of rigid expanded foams, then the anisotropic characteristic of the sound panel should be provided by the cover layers.

The sound panels are driven by drivers which - as described in DE-A-197 57 097 - are either attached to or integrated with the respective sound panel.

To reproduce, in particular, low frequency audio signals with the aforescribed  
25 sound panels, specific measures should be taken to reduce acoustic short-circuits. This can be easily realized by providing a sufficiently large sound wall in which the sound panel is installed. However, the sound wall not only increases the cost, but may also reduce the surface area of the sound panel that is potentially available for radiating sound.

It is therefore an object of the invention to provide a sound panel which reduces or eliminates acoustic short-circuits without requiring additional space, and at the same time utilizes the surface area of the sound panel that is available for radiating the sound, to increase the sound level and/or broaden the frequency range.

#### Summary of the invention

The object is solved by the characterizing features of claim 1. Advantageous embodiments and modifications of the invention are described in the dependent claims.

When two sound panels are arranged with a mutual spacing A therebetween and surrounded by a frame, a space is formed between the two sound panels and the frame which separates those sound waves that are radiated in this space from the sound waves that are radiated by the opposing surfaces of the sound panels. If the drivers that drive the sound panels arranged with the mutual spacing A are addressed electrically in parallel, then a monopole radiator is formed, which provides a particularly advantageous acoustic irradiation of the auditorium due to the fact that the sound panels oscillate in opposite directions and hence operate according to the principle of a breathing sphere and/or wall.

As recited in claim 6, the sound panels and/or the frame should include sound exit openings if the sound energy that radiates into the space formed by the sound panels and the frame, is to be available for radiating sound into the auditorium. In this case, the space formed between the sound panels and the frame can form a bass reflex volume and the respective sound exit openings a bass reflex opening. The sound exit opening can also be connected to a transmission line.

It should be mentioned that the device according to the invention is not limited to the reproduction of bass frequencies. For example, a combined device can be built, wherein one sound panel together with the aforescribed space can be

used to predominantly reproduce bass frequencies, whereas the other sound panel can be optimized for reproducing, for example, the midrange/high frequency range. As recited in claim 8, in this case the transmission ranges of the two sound panels can be optimized by suitably selecting their respective materials and/or dimensions, for example by choosing a different thickness and/or the material for the core layer and/or the cover layers, respectively. Moreover, the sound panel that reproduces the bass frequencies, unlike the other sound panels, need not directly face a listener, because of the human ear is generally unable to pinpoint the origin of sound with a frequency below 100 Hz.

10 If the drivers are arranged as recited in claim 2, then the driver driving one sound panel simultaneously provides a counter support for the driver driving the other sound panel. Such an arrangement is particularly advantageous if the connected drivers that drive the different sound panels are electrically connected so that the current flow is codirectional, causing the different sound panels to oscillate in  
15 opposite directions.

As recited in claim 3, the device can be made less complex if the two connected drivers are formed as common drivers. This should be understood as representing an arrangement wherein common components and magnetic circuits contribute to driving both sound panels that are arranged with the spacing  
20 A.

The rigidity of the two sound panels can be increased by supporting the two sound panels with resilient elements, e.g. springs, arranged in the gap A. In addition, the resilient elements have damping attributes and can therefore be used to tune the sound panels.

25 Advantageously, the drivers can be attached to the elements (frame and/or springs) rather than to the sound panels. With the drivers supported in this way, mass loading does not at all or only slightly interfere with the propagation of the bending waves in the sound panels. The drivers also do not contribute to the damping.

## Brief description of the drawings

It is shown in

Fig. 1 a cross-sectional side view of a sound reproduction device;

Fig. 2 a cross-section through a driver of a sound reproduction device;

5 Fig. 3 another diagram of a device according to Fig. 2;

Fig. 4 another diagram of a device according to Fig. 2;

Fig. 5 another diagram of a device according to Fig. 2; and

Fig. 6 yet another diagram of a device according to Fig. 2.

## Modes for carrying out the invention

10 The invention will now be described with reference to the Figures.

The cross-sectional side view depicted in Fig. 1 shows a sound production device 10 that is essentially formed of a front sound panel 11.1, a rear sound panel 11.2, three drivers 12, and a frame 13.

15 The two sound panels 11.1, 11.2 are separated by a gap A and connected with their respective marginal edges 14 to the frame 13. The connection between the frame 13 and the sound panels 11.1, 11.2 can be a rigid connection; however, in another embodiment (not shown) a bead can be disposed between the frame 13 and the sound panels 11.1, 11.2. This type of connection is illustrated, for example, in an application filed by the applicant of the present application  
20 concurrently with the present application. Two of the three drivers 12 are inserted back-to-back in the space 15 enclosed by the two sound panels 11.1, 11.2 and the frame 13. In this embodiment, the two drivers 12.1, 12.2 which are shown only schematically, are completely identical and implemented as ferrite systems connected with the respective sound panels 11.1, 11.2 through moving coil  
25 supports 26. When the moving coils of the two drivers 12.1, 12.2 are electrically

connected with an audio signal source (not shown), both sound panels 11.1, 11.2 are deformed in opposite directions. This deformation of the two sound panels 11.1, 11.2 causes the sound reproduction device 10 to function like a breathing sphere and/or wall.

5 It should also be mentioned to that the sound reproduction device 10 depicted in Fig. 1 is designed as a bass reproduction device. An acoustic short-circuit between the surfaces of the two sound panels 11.1, 11.2 which are coupled directly to the auditorium is averted since the acoustic signals cause the two sound panels 11.1, 11.2 to move in opposite directions relative to the indicated  
10 center line, so that the acoustic energy radiated into the space 15 is separated from the auditorium by the sound panels 11.1, 11.2 and the frame 13. To make the acoustic energy radiated into the space 15 available for filling the auditorium 16 with sound, the volume of the space 15 can be used as a so-called bass reflex volume, whereby the inside of the space 15 is connected through at least  
15 one sound exit opening 17 with the auditorium 16. In the embodiment depicted in Fig. 1, the sound exit opening 17 is formed in the frame 13; however, in an alternative embodiment (not shown), the sound exit opening 17 can also be located in the sound panel 11.

In addition, a resilient element 18 can be inserted in the space 15 providing  
20 additional support at the connection points 19 of the sound panels 11.1, 11.2 that are separated by the gap A. Aside from the support function, the resilient element 18 may also contribute to filtering of the sound waves radiated by the sound panels 11.1, 11.2.

A driver designated by the numeral 12.3 and formed, for example, as a piezo  
25 driver can be inserted in the sound panel 11.2. This driver 12.3 can be used to drive the sound panel 11.2 to radiate, for example, high frequency audio signals. Since high frequencies sound waves, unlike low frequency sound waves, have a directional characteristic, the sound panel 11.2 with the driver 12.3 of the sound reproduction device 10 should more or less face of the listener in the auditorium

16 directly.

The embodiment of Fig. 2 shows a sound reproduction device 10 in greater detail. As seen in Fig. 2, each of the two sound panels 11.1, 11.2 is formed of a core layer 20 with a honeycomb structure and two cover layers 21. Moreover, in the embodiment depicted in Fig. 2, the drivers 12.1, 12.2 which - according to Fig. 1 - drive the two sound panels 11.1, 11.2, are implemented as a common driver 12.4. In this case, an annular permanent magnet 22 is provided with respective pole faces N, S that have a pole disk 23 with an annular shape. In addition, the unit formed of the permanent magnet 22 and the pole disk 23 encircles a pole core 24 with a lateral gap. Since the common driver 12.4 is located halfway across the gap A between the two sound panels 11.1, 11.2, the present embodiment uses two annular support members 25 made of a non-ferromagnetic material. One of the support members 25.1 connects the permanent magnet 22 with the pole core 24, whereas the other support member 25.2 extends from the permanent magnet 22 to the resilient elements 18 that are disposed laterally spaced-apart from the common driver 12.4 and is connected thereto. In another embodiment (not shown), the support member 25.2 can also be connected to other drivers 12 and/or also to the marginal edge 13 (Fig. 1). It should also be noted that the support members 25.1, 25.2 can be made of a spring-like material, that due to their alignment parallel to the sound panels 11.1, 11.2 operate as leaf springs.

In addition, two bell-shaped moving coil supports 26 are provided, with each coil supports 26 connected with a respective one of the two sound panels 11.1, 11.2. Each of the marginal edges of the two moving coil supports 26 has a moving coil 27 and projects into the gap disposed between the pole core 24 and the unit formed of the permanent magnet 22 and the pole disk 23.

If the sound reproduction device 10 depicted in Fig. 2, like the device of Fig. 1, is to be used for bass reproduction and if according to the earlier discussion the two sound panels 11.1, 11.2 move in opposite directions when excited by the audio

signals, then the current in the two moving coils 27 has to flow in different directions.

It should also be mentioned that in the embodiment depicted in Fig. 2 a sufficiently large induction can be attained by employing a permanent magnet 22 made of a rare earth alloy, for example, a neodymium alloy. As known by those skilled in the art, the induction can be increased further by modifying the embodiment of Fig. 2, for example, by connecting additional permanent magnets to the common driver 12.4, for example, by fabricating the portion 24.1 of the pole core 24 of a permanent magnetic material.

- 10 If, as in the embodiment depicted in Fig. 2, the sound production device 10 does not include a sound exit opening 17 connecting the space 15 with the auditorium 16, then the space 15 should be at least partially filled with a sound-absorbing material (not shown).

- 15 It should also be mentioned that the pole core 14 in the embodiment of Fig. 2 need not be connected with the permanent magnet 22 through the support member 25.1, but can alternatively be connected with the sound panels 11.1, 11.2. To prevent damping, the connection between the pole core 24 and sound panels 11.1, 11.2 should be made elastic.

- Fig. 3 shows a common driver 12.4 which is modified from the driver 12.4 of Fig. 2. The driver 12.4 depicted in Fig. 3 also includes an annular permanent magnet 22 and two moving coil supports 26 connected with the moving coil 27. Unlike the embodiment of Fig. 2, the embodiment of Fig. 3 completely eliminates so-called flux return elements in the form of pole disks and/or pole cores. Instead, the arrangement of Fig. 3 provides a flux return path solely by way of an air gap between the two poles N, S and the radially magnetized permanent magnet 22. This is accomplished by connecting the permanent magnet 22 with the sound panel 11.2 through a support member 25.3. When the sound reproduction device 10 is in the rest position, the moving coil 27' which is connected with the sound panel 11.2 via the moving coil supports 26, is positioned with a narrow lateral gap
- 20  
25



near the South pole S of the radially magnetized permanent magnet 22, whereas the other moving coil 27" is positioned next to the other pole N of the permanent magnet 22, also with a narrow lateral gap. Because the two moving coils 27', 27" have different diameters, different conditions can be achieved, whereby the two sound panels 11.1, 11.2 of the sound reproduction device 10 depicted in Fig. 3 can purposely accentuate different frequency ranges. If the two sound panels 11.1, 11.2 of the sound reproduction device 10 of Fig. 3 are to accentuate different frequency ranges, then the cover layers 21 and/or the core layers 20 of the two sound panels 11.1, 11.2 should be optimized for the respective frequency ranges.

The driver 12.4 of Fig. 4, unlike the driver 12.4 of Fig. 3, includes pole disks 23, although the air gap located between the two poles N, S of the permanent magnet 22 also allows a flux return. In this case, the pole disks that are connected with the pole faces N, S of the axially magnetized permanent magnet 22 do not form a direct flux return, but rather aid in concentrating the field lines emanating from the permanent magnet 22 of the moving coils 27' and 27". In the embodiment of Fig. 4, unlike the previously described embodiments, a separate moving coil support is eliminated. Instead, the moving coils 27', 27" are connected to the marginal edges 28 of milled-out portions 29 formed in each of the two sound panels 11.1, 11.2. The driver 12.4 formed of the permanent magnet 22 and the two pole disks 23 is inserted with a gap A by using the milled-out portions 29. The pole disks 23 and the sound panels 11.1, 11.2 are connected directly through a support member 25.4. According to another embodiment (not shown), the support members 25.4 which may also be provided by a milled-out portion 29 in the respective sound panel 11.1 or 11.2, form a lateral gap A" with the largest possible spacing between the moving coils 27', 27" and the points where the sound panels 11.1, 11.2 are connected with the drivers 12. This arrangement provides a particularly advantageous force transfer to the sound panels 11.1, 11.2.

In the embodiment depicted in Fig. 3, an additional support member (not shown)

can be provided between the moving coil support 26 that is connected with the sound panel 11.2, and the sound panel 11.2. The additional support member has a diameter that is smaller than the diameter of the aforescribed moving coil support 26.

- 5 As seen in Fig. 6, the magnetic resistance and the driving force can be increased by using a driver 12.4 that is modified from the driver depicted in Fig. 4. The driver 12.4 of Fig. 6 is essentially formed by three axially magnetized permanent magnet disks 22.1 to 22.3, two pole disks and a flux return tube 30. The two pole faces N, S of the permanent magnet 22.2 are connected with the two pole disks
- 10 23. In addition, on each side of each pole disk 23 that is not connected with a permanent magnet 22.2, an additional permanent magnet 22.1, 22.3 is attached and connected so that identical poles N or S act on each side of the two pole disks 23 that are connected with the permanent magnets 22.2, 22.1 and 22.3, 22.1, respectively. As seen in Fig. 6, the permanent magnets 22.2 and 22.3
- 15 which are connected directly with the bottoms 31 of the milled-out portions in the sound panels 11.1, 11.2, have a smaller diameter than the pole disks 23. In another embodiment (not shown), the impression of bending waves into the sound panels 11.1, 11.2 can be further enhanced by disposing a support member (25.4) between the respective bottoms 31 and the permanent magnet
- 20 22.1, 22.2, as also shown in Fig. 4. The support member 25.4 has a smaller diameter than the permanent magnets 22.1 and 22.3.

The magnetic resistance of the flux return path can be reduced by inserting the assembly consisting of the pole disks 23 and the permanent magnets 22.1 to 22.3 into a flux return tube 30 which surrounds the assembly while leaving a

25 lateral gap. The moving coil supports 26 that include the moving coils 27', 27" and act on the two sound panels 11.1, 11.2 are inserted into this annular gap. The flux return tube 30 is connected with the marginal edges 28 of the milled-out portion 29 located in the sound panels 11.1, 11.2. In addition, a damping element 33 shown as a dotted area is inserted between the bottoms 31 and the

30 end faces 32 of the flux return tube 30. The damping element 33 reduces the

damping otherwise produced by the flux return tube 30. It should be mentioned that the flux return tube 30 can not only be used with the drivers depicted in Fig. 6, but can be adapted for use with the device depicted in Fig. 4.

5 A direct connection of the type depicted in Fig. 6 between, on one hand, the common driver 12.4 and the flux return tube 30 and, on the other hand, the sound panels 11.1, 11.2 can be eliminated by using an alternative attachment, similar to the one described with reference to Fig. 2, through resilient elements 18 and corresponding support members 25.

10 Fig. 5 shows two sound panels 11.1, 11.2 spaced apart by a gap A, with each sound panel having a driver 12.1, 12.2 and a moving coil support 26 with a moving coil 27', 27". The respective drivers 12.1, 12.2 are located relative to the moving coil support 26 and moving coil 27', 27", respectively, so that the moving coil 27" that is connected to the sound panel 11.1 engages with the bell-shaped driver 12.2 that is connected to the sound panel 11.2, whereas the moving coil 15 27' engages with the driver 12.1 disposed on the sound panel 11.1. The embodiment of Fig. 5 does not include mutual support for the two drivers 12.1, 12.2. This lack of support is compensated by the counter support provided by the inertial masses of the drivers 12.1, 12.2 or, more particularly, the permanent magnets 22 of the respective drivers.

20

## Claims

### 1. Sound reproduction device

with at least one sound panel 11.1, 11.2 formed of a core layer 20 and at least one cover layer 21, and  
with at least one driver 12 which is attached to or integrated with the sound panel 11,  
characterized in  
that two of the sound panels 11.1, 11.2 are arranged with a mutual gap A — — therebetween,  
that elements 13 are provided that connect the two sound panels 11.1, 11.2 with one another, and  
that the drivers 12 are disposed on the sides of the sound panels 11.1, 11.2 that face each other.

### 2. Sound reproduction device according to claim 1,

characterized in

that at least one driver 12.1 of a sound panel 11.1 is connected with a driver 12.2 of the other sound panel 11.2.

### 3. Sound reproduction device according to claim 2,

characterized in

that the connected drivers 12.1, 12.2 of both sound panels 11.1, 11.2 are formed as a common driver 12.4.

### 4. Sound reproduction device according to one of the claims 1 to 3,

characterized in

that the element 13 which connects the two sound panels 11.1, 11.2 is a frame 13 that is connected to with the marginal edges 14 of the sound panels 11.1, 11.2.

### 5. Sound reproduction device according to one of the claims 1 to 4,

characterized in

that resilient elements 18 are provided and

that the resilient elements 18 are disposed between two sides that face each other, of the sound panels 11.1, 11.2 that are arranged with a mutual gap A therebetween.

6. Sound reproduction device according to one of the claims 1 to 5, characterized in

that at least one of the sound panels 11.1, 11.2 and/or the element 13 has at least one sound exit opening 17.

7. Sound reproduction device according to one of the claims 1 to 6, characterized in

that the drivers 12 are connected with the elements 13, 18.

8. Sound reproduction device according to one of the claims 1 to 7, characterized in

that the cover layers 21 and/or the core layers 20 of the two sound panels 11.1, 11.2 are made of a different material and/or have different dimensions from one another.